

Cite No. 1

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.<sup>7</sup>  
H02M 3/155

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03122501.2

[43] 公开日 2003 年 10 月 29 日

[11] 公开号 CN 1452307A

[22] 申请日 2003.4.16 [21] 申请号 03122501.2

[30] 优先权

[32] 2002.4.16 [33] JP [31] 113652/2002

[71] 申请人 精工电子有限公司

地址 日本千叶县千叶市

[72] 发明人 张伟

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

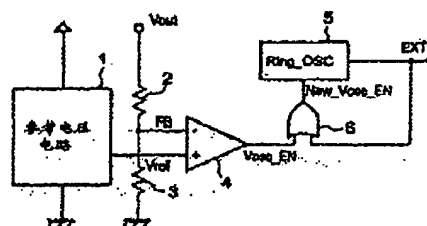
代理人 王岳 张志醒

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称 用于脉冲频率调制控制的开关调节控制电路

[57] 摘要

提供了一种 PFM 控制开关调节控制电路。用于保证持续常数的输出晶体管高电平周期，以输出一个稳定的占空比。用于使输出晶体管导通的信号被反馈，然后该反馈信号和输出电压控制比较器的输出信号的逻辑信号被输入到振荡电路，作为振荡启动信号。这样，即使在比较器输出信号频繁变化的情况下，在环形振荡器振荡电路中也可以保证输出晶体管的确定导通周期。所述比较器输出信号频繁变化的情况在输出电压非常接近一个设定电压时，很容易发生。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

03122501.2

## 权 利 要 求 书

第1/1页

1. 一种用于控制 DC-DC 变换器输出电压的 PFM 控制开关调节控制电路, 包括:

参考电压电路;

5 分压电路;

输出电压控制比较器, 参考电压电路的输出和分压电路的输出输入到该比较器;

环形振荡器振荡电路, 用于输出控制一个晶体管的信号, 该晶体管控制 DC-DC 变换器的输出电压; 和

10 逻辑或电路, 环形振荡器振荡电路的输出和输出电压控制比较器的输出输入到该或电路,

其中, 逻辑或电路的输出与环形振荡器振荡电路的输入连接。

2. 权利要求 1 的 PFM 控制开关调节控制电路, 其中所述环形振荡器振荡电路包括一个振荡电路和一个逻辑与电路, 该振荡电路的输入  
15 与该逻辑与电路的输出连接, 该与电路的输入与该振荡电路的输出和或电路的输出连接, 该与电路的输出被输出到环形振荡器振荡电路。

03122501.2

## 说明书

第1/5页

## 用于脉冲频率调制控制的开关调节控制电路

## 发明领域

- 5 本发明涉及一种用于 PFM (脉冲频率调制) 控制的开关调节控制电路, 当输出电压非常接近设定电压时, 该电路具有稳定的占空比和抗噪性。

## 相关技术描述

- 10 根据开关调节控制电路, 基本操作如下。输出电压被反馈, 并由输出电压控制比较器与参考电压比较。当输出电压变得小于设定电压时, 该比较器被操作来发送一个振荡启动信号到振荡电路。于是, 该振荡电路输出开关脉冲, 使得输出晶体管导通或截止, 从而调节输出电压。

- 15 此处, 图 5A 和 5B 示出升压直流-直流 (DC-DC) 变换器, 一个 PFM 控制开关调节器应用于该变换器。

在该 PFM 控制开关调节器中, 输出晶体管的导通周期是恒定的。因此, 调节截止周期, 使得输出电压稳定地保持在一个恒定值。

- 20 图 2 示出用于 PFM 控制的传统开关调节控制电路。如图 2 所示, 参考电压电路 11 和分压电路 12 和 13 的输出与输出电压控制比较器 14 的输入连接。输出电压控制比较器 14 的输出与环形振荡器振荡电路 15 的输入连接。环形振荡器振荡电路 15 输出一个信号, 用于控制一个晶体管, 该晶体管控制 DC-DC 变换器的输出电压。

- 25 图 2 所示用于 PFM 控制的开关调节控制电路广泛用于 PFM 开关调节器 10。从环形振荡器振荡电路 15 输出的开关脉冲是通过控制上述输出电压控制比较器 14 的输出信号来输出的。

- 在图 2 中, 当上述比较器的输出信号  $V_{osc\_EN}$  为 “H” (高) 时, 环形振荡器振荡电路 15 的振荡电路被激活, 使得开关脉冲输出到 EXT。反之, 当  $V_{osc\_EN}$  信号为 “L” (低) 时, 环形振荡器振荡电路 30 15 的振荡电路停止, 所以 EXT 变为 “L”。

当  $V_{osc\_EN}$  信号从 “L” 变为 “H” 时, EXT 立即从 “L” 变为 “H”。此后, 振荡继续。当  $V_{osc\_EN}$  信号从 “H” 变为 “L” 时, EXT 立即变

03122501.2

说明书 第2/5页

为“L”。

但是，当输出电压非常接近设定电压时，由于噪声的影响，往往使上述比较器的 V<sub>osc</sub>-BN 输出信号发生波动。因此，可能出现这样的异常占空比问题，即，根据所述波动，连续产生比通常的导通周期短的导通周期。

当发生异常占空比时，随着输出导通周期的缩短，截止周期也变得 shorter。这样，开关调节控制电路消耗的电流增加，使得负载轻的情况下的效率受到很大影响。

为了解决上述问题，还给出一种方法，在输出电压控制比较器 14 后面的级中提供滞后，以抑制比较器 14 的输出信号的波动。但是，在该方法中，又产生了新的问题，因为制造集成电路过程中的变化，产量会减少。因此，要求一种更加简单和有效的解决方法。

#### 发明概述

因此，本发明的一个目的是使用一种简单的逻辑结构来提供一种开关调节控制电路，用于具有稳定占空比和抗噪性的 PFM 控制，其电路结构简化且有效，且其中与传统滞后电路系统相比，消除了制造集成电路的困难。所述逻辑结构是为解决上述传统问题而设计的。

根据本发明，使用了一种简单逻辑结构，用于使输出晶体管导通的信号被反馈，然后，该信号与输出电压控制比较器的输出信号之间的逻辑信号被输入到环形振荡器振荡电路。这样，即使在比较器输出信号频繁变化的情况下，在环形振荡器振荡电路中也可以保证输出晶体管的确定的导通周期，从而解决上述问题。所述比较器输出信号频繁变化的情况在输出电压非常接近一个设定电压时，很容易发生。

#### 附图简述

图 1 是表示本发明实施例 1 的框图；  
图 2 是表示用于 PFM 控制的传统开关调节控制电路的框图；  
图 3 是表示用于 PFM 控制的传统开关调节控制电路的一个例子的框图；  
图 4 是表示本发明实施例 2 的框图；以及  
图 5A 是表示用于 PFM 控制的传统开关调节控制电路应用于其中的

03122501.2

说明书 第3/5页

升压 DC-DC 变换器的一个例子的框图, 而图 5B 是该升压 DC-DC 变换器的运行波形图。

#### 优选实施例详述

5 在图 5A 和 5B 中, 尽管类似于传统情况, 作为本发明的用于 PFM 控制的开关调节控制电路应用于其中的例子, 分别示出升压 DC-DC 变换器的框图及其操作特征。图 5A 中, 为了获得高于输入电压  $V_{in}$  的输出电压  $V_{out}$ , 构成  $V_{in}$  的电源和线圈 L 的串联相加。

下面描述具体操作。首先, 晶体管 Tr 被 PFM 控制开关调节器 10  
10 导通, 以产生充电电流  $i_{on}$ , 使得能量存储在线圈 L 中。然后, 当晶体管 Tr 被 PFM 控制开关调节器 10 关闭时, 由存储的能量在线圈 L 中产生电动势。当电压等于或大于  $V_{in}$  时, 放电电流  $i_{off}$  流入输出端, 从而提高输出电压  $V_{out}$ 。此外, 由 PFM 控制开关调节器 10 调节 Tr 导通周期中存储的能量, 以稳定  $V_{out}$ 。注意, 根据本发明的用于 PFM 控制的  
15 开关调节控制电路应用于其中的 PFM 控制开关调节器不仅可以应用于升压 DC-DC 变换器, 还可以用于降压 DC-DC 变换器, 反向 DC-DC 变换器等等。

图 1 示出根据本发明的用于 PFM 控制的开关调节控制电路的基本逻辑结构, 作为本发明的实施例 1。参考电压电路 1 的输出和分压电路  
20 2 和 3 的输出与输出电压控制比较器 4 的输入连接。环形振荡器振荡电路 5 输出一个信号, 用于控制一个晶体管, 该晶体管控制 DC-DC 变换器的输出电压。环形振荡器振荡电路 5 的输出和输出电压控制比较器 4 的输出输入到逻辑 OR (或) 电路 6。逻辑 OR 电路 6 的输出与环形振荡器振荡电路 5 的输入连接。

25 当各种逻辑电路根据这样的基本逻辑结构组合时, 就可以实现根据本发明设计的占空比保证的振荡器电路。下面参考附图描述本发明的一个实施例。

如图 1 所示, 用于使输出晶体管导通的 EXT 信号被反馈, 被反馈的信号和  $V_{osc\_EN}$  信号进行或运算, 所产生的信号 New\_Vosc\_EN 返回到  
30 环形振荡器振荡电路 5, 作为振荡启动控制信号。

当输出晶体管导通时, EXT 为 "H"。在 EXT 为 "H" 期间,  $V_{osc\_EN}$  信号的变化被忽略。

03122501.2

说明书 第4/5页

当输出晶体管截止时,EXT为“L”。因此, $New\_Vosc\_EN = Vosc\_EN$ 。此时,如果Vosc-EN信号为“H”,则振荡启动,并输出开关脉冲。该脉冲ON(高电平)周期被确定为环形振荡器振荡电路5的时间常数。如果Vosc-EN信号为“L”,则振荡停止,输出晶体管被持续关断。换句话说,在输出晶体管导通期间,用于控制环形振荡器振荡电路5的输出的Vosc-EN信号被忽略。

图3示出用于广泛使用的PFM控制的传统开关调节电路的例子。

图3中,参考电压电路21的输出和分压电路22和23的输出与输出电压控制比较器24的输入连接。输出电压控制比较器24的输出与环形振荡器振荡电路25的输入连接。环形振荡器振荡电路25输出一个信号,用于控制一个晶体管,该晶体管控制DC-DC变换器的输出电压。从振荡电路输出的矩形波脉冲Vosc信号和从输出电压控制比较器24输出的振荡启动信号Vosc-EN相与。所产生的信号被分为两路。一路返回振荡电路,从而构成所述环形振荡器振荡电路。另一路被输出作为EXT信号,用于控制输出晶体管。逻辑公式如下:

$$EXT = Vosc \cdot Vosc\_EN \quad (\text{公式1})$$

当Vosc-EN信号为“H”时, $EXT = Vosc$ 。所以,振荡电路开始振荡,从而输出开关脉冲。脉冲的高电平周期确定为振荡电路的时间常数。

另一方面,当Vosc-EN信号为“H”时, $EXT = L$ 。所以,振荡电路停止振荡。在该电路中,当产生上述比较器24的输出信号Vosc-EN的波动时,会发生这样的不便,即,具有比由振荡电路确定的高电平周期短的高电平周期的窄脉冲会连续不断地产生,作为开关脉冲输出到EXT。

图4示出本发明的实施例2。参考电压电路31的输出和分压电路32和33的输出与输出电压控制比较器34的输入连接。环形振荡器振荡电路35输出一个信号,用于控制一个晶体管,该晶体管控制DC-DC变换器的输出电压。环形振荡器振荡电路35的输出和输出电压控制比较器34的输出输入到逻辑或电路36。逻辑或电路36的输出与环形振荡器振荡电路35的输入连接。

用于使输出晶体管导通的EXT信号被反馈,反馈信号与输出电压控制比较器的输出信号Vosc-EN进行或运算。产生的信号New-Vosc-EN

03122501.2

说明书 第5/5页

被用作振荡启动信号，并且该产生的信号与振荡电路输出的矩形波脉冲 Vosc 信号相与。然后，所产生的信号分为两路。一路返回振荡电路，从而构成环形振荡器振荡电路 35。另一路被输出作为 EXT 信号，用于控制输出晶体管。逻辑公式如下：

$$\begin{aligned} \text{EXT}_{\text{next}} &= \text{Vosc} * \text{Ncw\_Vosc\_EN} \\ &= \text{Vosc} * (\text{Vosc\_EN} + \text{EXT}) \quad (\text{公式 2}) \end{aligned}$$

公式 2 中的符号  $\text{EXT}_{\text{next}}$  表示 EXT 的下一个状态。换句话说，EXT 表示 EXT 端子的当前状态， $\text{EXT}_{\text{next}}$  表示 EXT 端子的下一个状态。EXT 端子的当前状态 EXT 被返回，使得 EXT 端子的下一个状态  $\text{EXT}_{\text{next}}$  受到影响。当输出晶体管导通时，EXT 为“H”，因此， $\text{EXT}_{\text{next}} = \text{Vosc}$ 。换句话说，在 EXT 为“H”期间，Vosc\_EN 信号中的变化被忽略。

另一方面，当输出晶体管截止时，EXT 为“L”。这样， $\text{EXT}_{\text{next}} = \text{Vosc} * \text{Vosc\_EN}$ （这等效于公式 1）。此时，如果 Vosc\_EN 信号为“H”，则  $\text{EXT}_{\text{next}} = \text{Vosc}$ ，从而振荡开始，并输出开关脉冲。该脉冲 ON（高电平）周期被确定为振荡电路的时间常数。如果 Vosc\_EN 信号为“L”，则  $\text{EXT}_{\text{next}} = \text{L}$ ，从而振荡停止，输出晶体管被持续关断。换句话说，在输出晶体管导通期间，用于控制振荡电路的输出的 Vosc\_EN 信号被忽略。

当振荡停止状态变换为振荡启动状态时，EXT 为“L”，且 Vosc\_EN 信号为“H”。根据公式 2， $\text{EXT}_{\text{next}} = \text{Vosc}$ 。所以，当加上根据本发明设计的占空比保证电路时，相应地不会影响原来的振荡电路的初始化。

如上所述，根据本发明，使用了逻辑上简化和有效的电路，并且即使在输出电压控制比较器的输出信号频繁变化的情况下，也可以保证在关于 PFM 控制开关调节器的轻负载时，振荡电路中输出晶体管的确定的导通周期。所述输出电压控制比较器的输出信号频繁变化的情况在输出电压非常接近设定电压时，很容易发生。所以，可以实现一种开关调节器，其中可以保证稳定的占空比且具有抗噪性。通过传统的滞后电路系统，消除了制造集成电路的困难，从而保证了电路操作。此外，电路规模小，所以本发明具有价格优势。如上所述，本发明系统特别适合于 PFM 控制的开关调节控制电路。

03122501.2

## 说明书附图

第1/3页

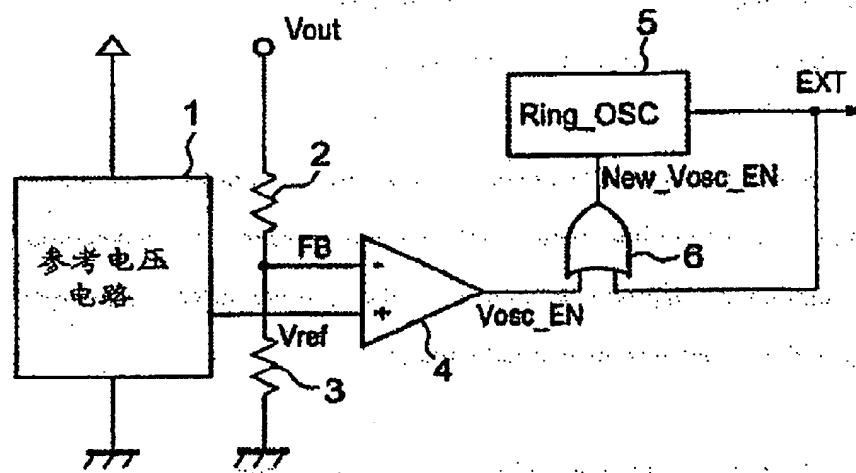


图 1

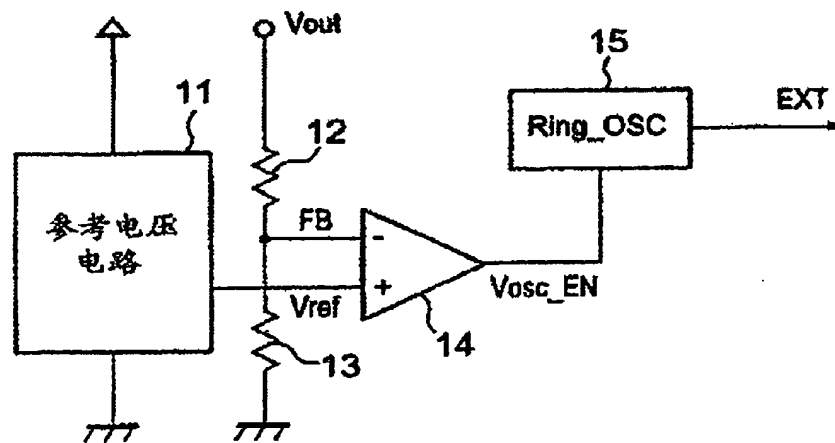


图 2



03122501.2

说明书附图 第2/3页

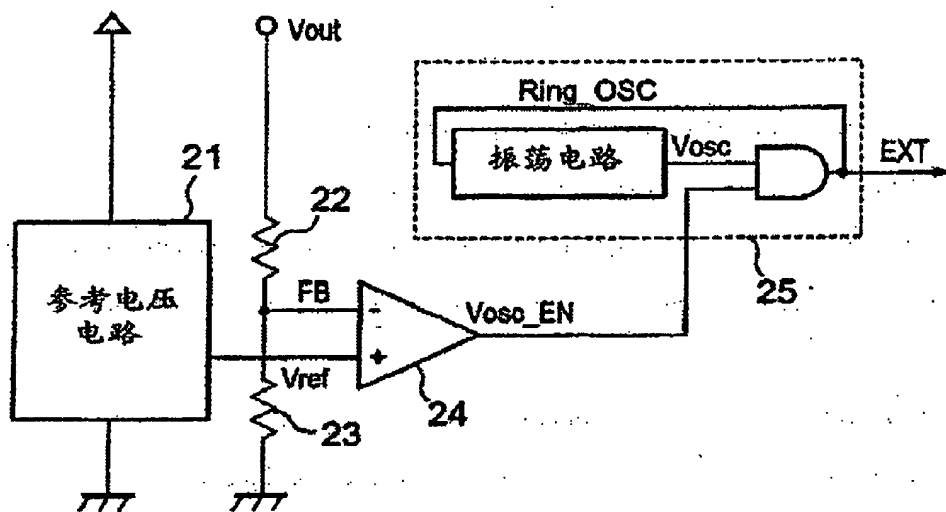


图 3

现有技术

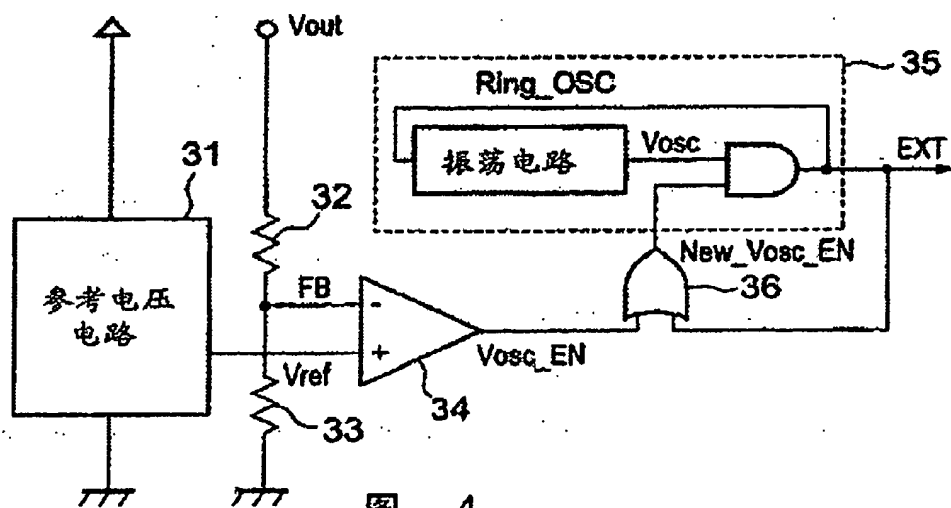


图 4

现有技术

03122501.2

说明书附图 第3/3页

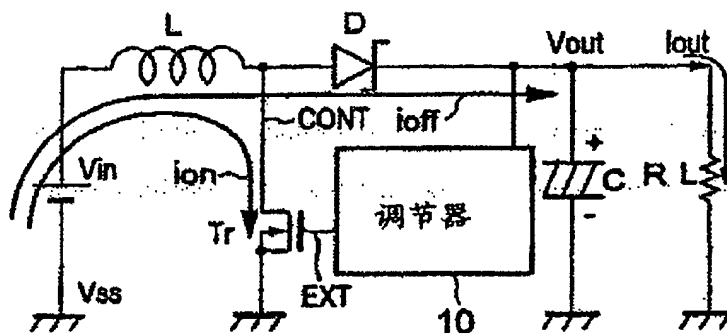


图 5A

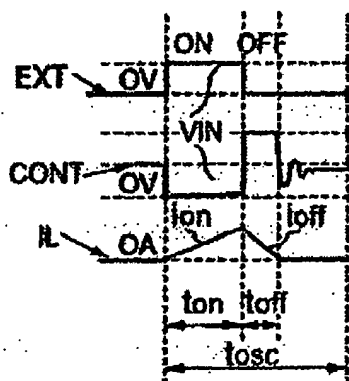


图 5B